

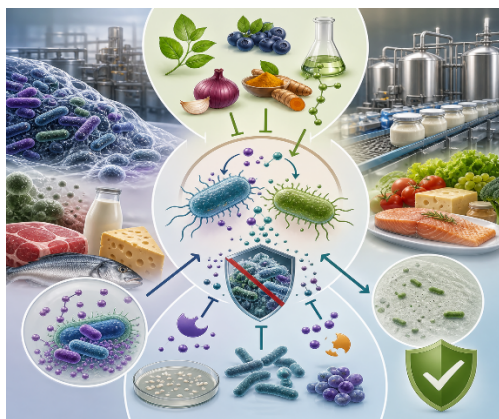
## ARTIGO TÉCNICO

# QUORUM SENSING E QUORUM QUENCHING: IMPLICAÇÕES E DESAFIOS NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

**Autores:** Ângela Quinelato Oliveira<sup>1</sup>, Jaqueline Milagres Almeida<sup>1</sup>,  
Eliane Maurício Furtado Martins<sup>1</sup>, Maurilio Lopes Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/DCTA), IF Sudeste MG - Campus Rio Pomba

Autor para correspondência (e-mail): maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br



## ★ DESTAQUE

*Quorum sensing e quorum quenching têm sido propostos para modular formação de biofilmes, deterioração e para ampliação da qualidade e segurança na indústria de alimentos.*

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos se destaca pela crescente exigência do mercado consumidor por alimentos práticos, rápidos de serem preparados, nutricionalmente adequados e seguros para o consumo. Nesse sentido, um dos principais desafios consiste no controle do crescimento microbiano ao longo da cadeia produtiva, uma vez que os microrganismos são capazes de formar biofilmes, favorecer a contaminação e acelerar a deterioração dos alimentos, comprometendo sua qualidade e segurança.

Diante desse cenário, destaca-se o *quorum sensing* (QS), mecanismo de comunicação entre bactérias que permite a modificação de seu comportamento celular através da produção de moléculas sinalizadoras extracelulares, conhecidas como autoindutores. Essas moléculas se acumulam à medida que a densidade microbiana aumenta, permitindo a modulação da expressão gênica de forma coletiva (Papenfort; Bassler, 2016). Como consequência, há o aumento da expressão de fatores de virulência, da produção de enzimas deterioradoras e indução à formação de biofilmes, aspectos que reforçam a relevância desse processo na geração de riscos para a indústria alimentícia e, conseqüentemente, para a saúde do consumidor.

Contudo, tal mecanismo também possui uma estratégia de interrupção, conhecida como *quorum quenching* (QQ), que se baseia na inibição desse processo bioquímico, dificultando as interações dentro da comunidade bacteriana (Zeng *et al.*, 2023). Dessa forma, ambos os mecanismos têm despertado grande interesse na ciência de alimentos, especialmente no desenvolvimento de estratégias inovadoras para o controle microbiológico, contribuindo para a conservação dos alimentos e segurança do processo produtivo e do produto final.

## 2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

### 2.1. Impactos do mecanismo de *quorum sensing* (QS) na indústria de alimentos

O QS é um mecanismo de comunicação celular que permite às bactérias monitorar sua densidade populacional e modular sua expressão gênica por meio da produção moléculas sinalizadoras. Esse processo regula diversos comportamentos levando ao comprometimento da qualidade e segurança dos alimentos. Entre eles destacam-se a formação de biofilmes por bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, produção de enzimas deterioradoras responsáveis por alterações sensoriais, além do aumento da adaptação a ambientes nutricionalmente complexos, como em alimentos fermentados (Miguel *et al.*, 2026).

Esse mecanismo é modulado por diferentes sinais moleculares, como as acil-homoserina lactonas (AHLs), predominantes em bactérias Gram-negativas, os peptídeos autoindutores (AIPs), característicos de bactérias Gram-positivas, além do autoindutor-2 (AI-2), associado à comunicação interespecífica entre diferentes espécies (Quadro 1). Como resultado, diversos fenótipos são coordenados de forma coletiva, incluindo motilidade, adesão a superfícies, expressão de fatores de virulência, produção de enzimas e formação de biofilmes.

#### Quadro 1 - Exemplos de microrganismos, sinais de QS e implicação para a indústria.

| Microrganismo   | Matriz/Ambiente   | Sinal de QS    | Fenótipos   | Consequências   |
|---|---|----------------|---|---|
| <i>Pseudomonas</i> spp.   | Carnes, pescados, alimentos refrigerados                | AHL            | Proteases e lipases                                       | Deterioração do alimento e alteração sensorial                                |
| <i>Serratia proteamaculans</i>  | Leite pasteurizado e leite cru                          | AHL            | Enzimas proteolíticas e lipolíticas                       | Deterioração do leite   |
| <i>Aeromonas</i> spp. e <i>Shewanella</i> spp.                              | Peixes e crustáceos                                     | AHL            | Proteases, toxinas, biofilmes, motilidade                 | Deterioração de pescados e risco à saúde                                      |
| <i>Salmonella</i> spp., <i>Listeria</i> spp. e <i>Staphylococcus aureus</i> | Superfícies e carnes                                    | AI-2           | Biofilmes e adesão a superfícies                          | Falhas de higienização e riscos à saúde                                       |
| <i>Lactococcus lactis</i>   | Alimentos fermentados                                   | NisK/NisR      | Produção de nisina, com consequente competição microbiana | Maior vida de prateleira de alimentos fermentados                             |
| <i>Lactiplantibacillus plantarum</i>  | Alimentos fermentados                                   | Plantaricina A | Produção de plantaricina, com competição microbiana       | Maior vida de prateleira de alimentos fermentados                             |
| <i>Pectobacterium carotovora</i> e <i>Erwinia</i> spp.                      | Vegetais, brotos e frutas                               | AHL            | Enzimas pectinolíticas, celulolíticas e proteolíticas     | Deterioração do alimento e alterações sensoriais                              |
| <i>Escherichia coli</i>   | Carne de porco resfriada, caldo de carnes e superfícies | AI-2           | Resistência antimicrobiana, formação de biofilmes         | Falhas de higienização, degradação do alimento e riscos à saúde do consumidor |

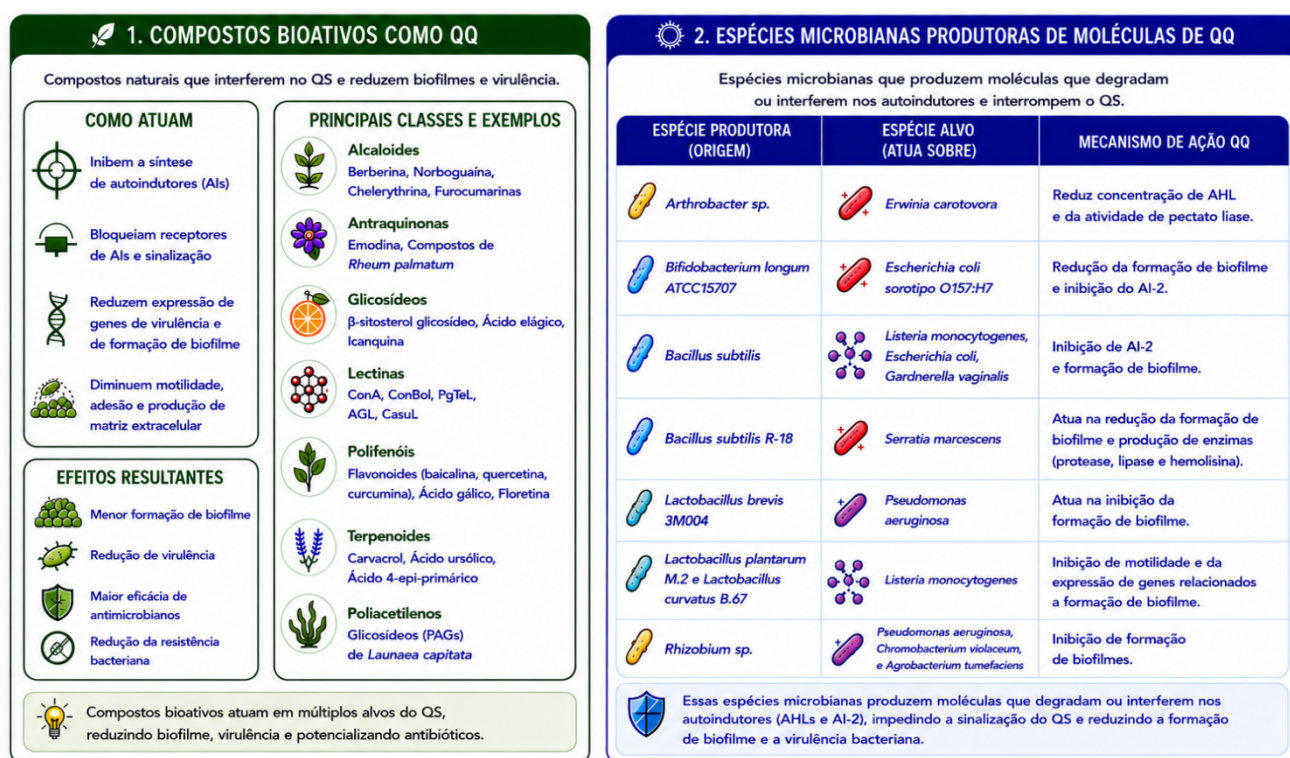
Fonte: Adaptado de Davares *et al.* (2022) e Miguel *et al.* (2026).

## 2.2. Aplicações e desafios do quorum quenching (QQ) na indústria de alimentos

Visando reduzir o uso de antimicrobianos convencionais na indústria de alimentos, o QQ tem sido estudado como estratégia de controle microbiológico por sua capacidade de modular fatores de virulência sem afetar diretamente a viabilidade bacteriana (Davares *et al.*, 2022). Assim, o QQ reduz fenótipos regulados pelo QS sem exercer pressão seletiva sobre os microrganismos.

Dentre os mecanismos de QQ capazes de dificultar a comunicação entre as bactérias e de reduzir a expressão dos sinais moleculares envolvidos no mecanismo de QS, destacam-se compostos bioativos como uma alternativa de interesse do ponto de vista de sustentabilidade (Figura 1). Além disso, diversos microrganismos têm demonstrado capacidade de produção de metabólitos secundários com ação enzimática sobre os mecanismos indutores de QS em espécies deterioradoras ou patogênicas (D'Aquila *et al.*, 2024).

**Figura 1 - Compostos bioativos e moléculas produzidas por microrganismos como estratégias de QQ.**



Fonte: Imagem elaborada pelos autores com o auxílio de IA generativa (Chat GPT versão 5.5) mediante *prompt* autoral utilizando como fonte Davares *et al.* (2022), D'Aquila *et al.* (2024) e Miguel *et al.* (2026). Ano: 2026.

Contudo, embora estratégias de QQ sejam promissoras, existem limitações relacionadas à sua aplicação prática, incluindo aspectos de estabilidade, biodisponibilidade e regulamentação técnica. Além disso, a maioria dos estudos foram realizados em condições *in vitro*, evidenciando a necessidade de pesquisas em condições industriais para verificação da aplicabilidade.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O *quorum sensing* (QS) é um mecanismo de comunicação bacteriana associado à formação de biofilmes, à expressão de fatores de virulência e a outros fenótipos que podem comprometer a qualidade e a segurança dos alimentos. Nesse contexto, estratégias de *quorum quenching* (QQ) apresentam potencial para aplicação na indústria de alimentos por interferirem nos mecanismos regulados pelo QS. Entre as abordagens mais promissoras, destacam-se compostos bioativos e microrganismos produtores de metabólitos capazes de inativar moléculas sinalizadoras. Contudo, sua aplicação ainda é limitada por desafios relacionados à estabilidade, à regulamentação e à escassez de estudos em condições reais de processamento, evidenciando a necessidade de pesquisas adicionais para viabilizar seu uso industrial.

### REFERÊNCIAS

- D'AQUILA, P.; DE ROSE, E.; SENA, G.; SCORZA, A.; CRETILLA, B.; PASSARINO, G.; BELLIZZI, D. Quorum Quenching Approaches against Bacterial-Biofilm-Induced Antibiotic Resistance. **Antibiotics**, v. 13, n. 7, p. 619, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/antibiotics13070619>
- DAVARES, A. K. L.; ARSENE, M. M. J.; VIKTOROVNA, P. I.; VYACHESLAVOVNA, Y. N.; VLADIMIROVNA, Z. A.; ALEKSANDROVNA, V. E.; NIKOLAYEVICH, S. A.; NADEZHDA, S.; ANATOLIEVNA, G. O.; NIKOLAEVNA, S. I.; SERGUEÏEVNA, D. M. Quorum-Sensing Inhibitors from Probiotics as a Strategy to Combat Bacterial Cell-to-Cell Communication Involved in Food Spoilage and Food Safety. **Fermentation**, v. 8, n. 711, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/fermentation8120711>
- MIGUEL, C. M. T. S.; SANTOS, C. A.; LIMA, E. M. F.; RAHME, L. G.; PINTO, U. M. Quorum Sensing in Bacteria: From Mechanisms to Applications in Foods. Short Title: Quorum Sensing: Mechanisms & Food Applications. **Current Opinion in Food Science**, v. 69, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2026.101394>
- PAPENFORT, K.; BASSLER, B. Quorum-Sensing Signal-Response Systems in Gram-Negative Bacteria. **Nature Reviews Microbiology**, v. 14, n. 9, p. 576–588, 2016. DOI: 10.1038/nrmicro.2016.89
- ZENG, X.; ZOU, Y.; ZHENG, J.; QIU, S.; LIU, L.; WEI, C. Quorum sensing-mediated microbial interactions: Mechanisms, applications, challenges and perspectives. **Microbiological Research**, v. 273, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micres.2023.127414>